

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011626184 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1998-043312/199805

XRPX Acc No: N98-034538

**Principle information detection method for receiver in DS-CDMA system - separating signals related to individual connections, taking account of mutual interference between connections and equalising connection related signals**

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI )

Inventor: GARDIJAN Z; RADEMACHER L

Number of Countries: 002 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19623667	A1	19971218	DE 1023667	A	19960613	199805 B
US 6256336	B1	20010703	US 97874966	A	19970613	200140
DE 19623667	C2	20030213	DE 1023667	A	19960613	200314

Priority Applications (No Type Date): DE 1023667 A 19960613

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19623667	A1		7	H04J-013/04	
US 6256336	B1			H04K-001/00	
DE 19623667	C2			H04J-013/04	

Abstract (Basic): DE 19623667 A

The method involves simultaneously transmitting time dependent information signals of several connections, over a frequency channel. The signals fed to the receiver (EE) are formed by folding the transmit signals with individual channel coefficients, representing the transmission channels, and the split code of individual connections.

The received signals are converted into the baseband, while the receiver contains the split code of several connections. The information signals, related to the individual connections, are separated, while taking account of mutual interference between connections. Then the connection related signals are equalised.

USE - E.g. for mobile radio telephones with time-variable channels.

ADVANTAGE - Enables low-cost detection with several split codes.

Dwg.2/2

Title Terms: PRINCIPLE; INFORMATION; DETECT; METHOD; RECEIVE; CDMA; SYSTEM; SEPARATE; SIGNAL; RELATED; INDIVIDUAL; CONNECT; ACCOUNT; MUTUAL; INTERFERENCE; CONNECT; EQUAL; CONNECT; RELATED; SIGNAL

Derwent Class: W01; W02

International Patent Class (Main): H04J-013/04; H04K-001/00

International Patent Class (Additional): H04B-001/707; H04B-007/216; H04L-029/14; H04Q-007/20

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): W01-B05A1A; W02-C03B1D; W02-C03C1A; W02-K05A1; W02-K05A7; W02-K05B1

?



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 196 23 667 C 2

21 Aktenzeichen: 196 23 667.3-51  
22 Anmeldetag: 13. 6. 1996  
43 Offenlegungstag: 18. 12. 1997  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 2. 2003

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 04 J 13/04  
H 04 B 1/707  
H 04 L 29/14  
H 04 Q 7/20  
H 04 B 7/216

DE 196 23 667 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Rademacher, Leo, Dr.-Ing., 83607 Holzkirchen, DE;  
Gardijan, Zoran, 81739 München, DE

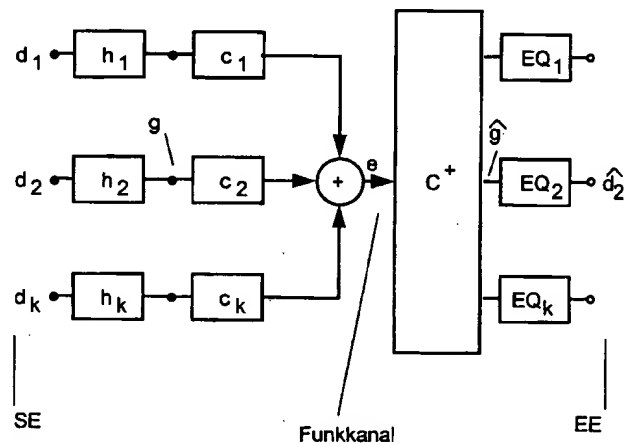
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 41 21 356 C2  
EP 07 01 344 A1  
WO 96 06 487 A1

A.Klein, G.K.Kaleh, P.W.Baier: Zero Forcing and  
Minimum Mean-Square-Error Equalization for  
Multi-  
user Detektion in Code-Division Multiple-Access  
Channels, IEEE Trans. on Vehicular Technology,  
Vol. 45, No. 2, May 1996, S. 276-287;

54 Verfahren und Einrichtung zur Detektion von nach dem DS-CDMA Prinzip übertragenen Informationen in einer  
Empfangseinrichtung

57 Verfahren zur Detektion von nach dem DS-CDMA Prinzip übertragenen Informationen in einer Empfangseinrichtung (EE),  
bei dem über einen Frequenzkanal gleichzeitig von der Zeit abhängige Informationen mehrerer Verbindungen  $k$  übertragen werden,  
bei dem von der Empfangseinrichtung (EE) empfangene Empfangssignale  $(e(t))$  durch Faltung von Sendesignalen  $(d_k(t))$  mit Übertragungskanäle repräsentierenden individuellen Kanalkoeffizienten  $(h_k(t))$  und mit den Spreizcodes  $(c_k(t))$  der einzelnen Verbindungen  $k$  gebildet werden, bei dem die Empfangssignale  $(e(t))$  ins Basisband umgesetzt werden, und  
bei dem in der Empfangseinrichtung (EE) zumindest die Spreizcodes  $(c_k(t))$  von zwei Verbindungen  $k$  vorliegen, dadurch gekennzeichnet,  
daß in einem ersten Schritt auf die einzelnen Verbindungen  $k$  bezogene Informationen  $(g_k(t))$  durch Separierung getrennt werden, wobei gegenseitige Interferenzen zwischen den Verbindungen berücksichtigt werden, und  
daß in einem zweiten Schritt eine individuelle Entzerrung der auf die einzelnen Verbindungen  $k$  bezogenen Informationen  $(g_k(t))$  erfolgt.



DE 196 23 667 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Signalauswerteeinrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

5 [0002] Bei der Übertragung von digitalen Signalen von einer Sendeeinrichtung zu einer Empfangseinrichtung über zeitvariante Kanäle, z. B. nicht-stationäre Funkkanäle, treten, bedingt durch die Mehrwegeausbreitung, Laufzeitdifferenzen der über die einzelnen Umwege des Mehrwegekanals empfangenen Signalkomponenten auf. Diese Laufzeitdifferenzen führen bei der Signaldetektion von relativ hohen Bitraten (z. B. beim GSM-Mobilfunksystem) zu extrem starken und zeitvarianten Nachbarzeichenstörungen (Zwischenzeichenstörungen) der gesendeten Symbole. Dabei kann die gegenseitige zeitliche Verschiebung von Signalkomponenten mehrere Zeichen der Nutzinformation betragen. Um unter solchen  
10 Einflüssen die Signalsymbole noch erkennen zu können, werden beispielsweise adaptive Echo-Entzerrer verwendet, z. B. den Viterbi-Algorithmus zur schnellen Findung eines hinreichenden Entzerrer-Optimums anwenden.

[0003] Nach dem Stand der Technik ist die Voraussetzung für die Entzerrung der Nachbarzeichenstörung eine Schätzung der komplexen Filterkoeffizienten des Funkkanals, die mit Hilfe eines Kanalschätzers erfolgt. Aus dem GSM-Mobilfunksystem ist es beispielweise bekannt, daß der Kanalschätzer den Funkkanal durch Auswertung einer in jedem Funkblock enthaltenen Trainingssequenz hinreichend beschreibt. Diese komplexen Filterkoeffizienten werden mittels Korrelation gewonnen und bewerten die durch die Mehrwegeausbreitung verursachte zeitliche Verteilung der Signalkomponenten der Empfangssignale, die auch als komplexe Impulsantwort des Funkkanals bezeichnet wird. Jeder dieser Kanalkoeffizienten stellt somit das komplexe Integral des Pegelwertes aller durch Mehrwegeausbreitung verursachten  
20 Signalkomponenten, die in den Bewertungszeitraum einer Symboldauer fallen, dar und wird mittels Standard-Anpassung-Algorithmen wie LMS (least mean square) oder RLS (recursive least square) bestimmt.

[0004] Die Kanalkoeffizienten werden der Signaldetektion zugeführt und stellen jeweils für die Dauer eines Funkblocks eine Kalkulationsbasis für eine hinreichend zuverlässige Detektion der in diesem Funkblock übertragenen Symbole dar. Da es sich in der Regel um nichtstationäre Funkkanäle handelt, müssen die Kanalkoeffizienten den Veränderungen des Funkkanals pro Funkblock angepaßt werden. Fehlentscheidungen bei der Anpassung gefährden die Stabilität der Signaldetektion und führen letztlich zu Detektionsfehlern.

[0005] Für die Detektion nach dem DS-CDMA Prinzip (direct sequence – code division multiple access) übertragenen Informationen kommen weitere Probleme hinzu. Im Funkkanal werden auf der gleichen Trägerfrequenz zur gleichen Zeit die Informationen mehrerer Verbindungen übertragen. Die Verbindungen unterscheiden sich dabei in einem Spreizcode, der jeweils die individuelle Verbindung kennzeichnet. Beim Empfang der Signale unterschiedlicher Signalquellen, wie dies z. B. bei diesem Multipunkt-zu-Punkt-DS-CDMA-Übertragungsszenario, d. h. z. B. im Uplink einer CDMA-Empfangseinrichtung einer Basisstation in Mobilfunksystemen typisch ist, treffen die mit unterschiedlichen Spreizcodes gespreizten Signale gleichzeitig am Empfangsort ein. Diese Signale besitzen außer den unterschiedlichen Spreizcodes auch unterschiedliche Laufzeiten, unterliegen unterschiedlichen Umwegprofilen und besitzen unterschiedliche Pegel, die durch eine relativ exakt und schnell reagierende Leistungsregelung ausgeglichen werden, um starke Störungen zu vermeiden.  
35

[0006] Die individuellen Spreizcodes der Verbindungen sind typischer Weise zueinander orthogonal. Die einzelnen Signale müssen aus dem Summengemisch durch Korrelation mit dem individuellen Code separiert werden. Dabei erzeugen die unterschiedlichen Laufzeiten der beteiligten Funkstrecken, die einer nicht vollkommenen Synchronisation der Signale gleichzusetzen sind, sowie die unterschiedlichen Kanal-Impulsantworten gegenseitige Störungen (Multiple Access Interference = MAI). Die Anwendung von Matched Filtern in der Empfangseinrichtung liefert damit eine nicht vernachlässigbare Kreuzkorrelation mit störenden Signalanteilen anderer Spreizcodes.

[0007] In WO 96 06487 A1 wird beispielsweise ein CDMA Empfangsverfahren beschrieben, bei dem zunächst aus einem Summengemisch einzelner Signale der Effekt der Mehrwegeausbreitung mit Equalizern entfernt wird, um anschließend die einzelnen Signale mit Hilfe von Matched Filtern zu trennen. Die resultierenden Einzelsignale enthalten noch die im vorhergehenden Absatz beschriebenen Kreuzkorrelationen, die durch Multiplikation der Signale mit der inversen Kreuzkorrelationsmatrix der in den Signalen enthaltenen Spreizcodes entfernt werden.

[0008] Aus der deutschen Patentanmeldung DE 195 49 148 A1 ist es bekannt, beim Empfang von nach dem CDMA-Prinzip übertragenen Informationen und der Detektion der Informationen einer Verbindung auch die Spreizcodes von weiteren Verbindungen zu berücksichtigen. Das verwendete Verfahren ist als JD-CDMA-Verfahren bekannt (JD steht für Joint Detection). Hierbei wird in einem Schritt die Separierung und Detektion der Informationen der einzelnen Verbindungen durchgeführt, indem die Sendesignale nach einem globalen Optimierungskriterium und unter Kenntnis aller Spreizcodes der Verbindungen des Funkkanals rekonstruiert werden. Der zu dieser Realisierung nötige Rechenaufwand in einer Signalverarbeitungseinrichtung der Empfangseinrichtung ist jedoch sehr groß, so daß eine Echtzeitbearbeitung unter der Berücksichtigung vieler Spreizcodes schwer zu realisieren ist.  
55

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Signalverarbeitungseinrichtung anzugeben, die mit verringertem rechentechnischen Aufwand die Detektion von nach dem DS-CDMA Prinzip übertragenen Informationen bei zumindest zwei bekannten Spreizcodes zu verringern. Diese Aufgabe wird durch das Verfahren nach Patentanspruch 1 und durch die Signalverarbeitungseinrichtung nach Patentanspruch 8 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.  
60

[0010] Erfindungsgemäß werden über einen Funkkanal mit einer Frequenz gleichzeitig von der Zeit  $t$  abhängige Informationen mehrerer Verbindungen nach dem DS-CDMA Prinzip übertragen. Die in einer Empfangseinrichtung empfangenen Empfangssignale setzen sich dabei durch Faltung von Sendesignalen mit Übertragungskanäle repräsentierenden individuellen Kanalkoeffizienten und mit den Spreizcodes der einzelnen Verbindungen zusammen. Hinzu kommt noch ein eventueller Störanteil durch Störsignale. Die Empfangssignale werden ins Basisband umgesetzt und der weiteren Detektion zugeführt. Dabei liegen in der Empfangseinrichtung mindestens die Spreizcodes von zwei Verbindungen vor. Es erfolgt zuerst eine Separierung der auf die einzelnen Verbindungen bezogenen Informationen, bevor eine individuelle Entzerrung dieser Informationen erfolgt. Dabei werden die gegenseitigen Interferenzen zwischen den Verbindungen be-  
65

rücksichtigt, um die einzelnen Verbindungen besser auflösen zu können.

[0011] Dadurch, daß neben den Informationen über die eigene Verbindung auch Informationen über weitere Verbindungen zur Signaldetektion vorliegen, kann z. B. durch Verringerung des Störpegels nach Abzug der Signalanteile der weiteren Verbindungen die Detektion wesentlich verbessert werden. Gleichzeitig wird zwar durch die erfindungsgemäße Lösung der Rechenaufwand bei einer einfachen Berechnung größer, da jedoch die den Interferenzen zugrundeliegenden Verbindungen und ihre Spreizcodes bekannt sind und fest abgespeichert werden können, reduziert sich der Rechenaufwand bei der ständigen Separierung und Entzerrung. Die Komplexität der zwei Schritte zur Separierung und individuellen Entzerrung ist geringer als die der komplexen JD-CDMA-Methode. Zudem können für die individuelle Entzerrung beispielsweise aus Mobilfunksystemen bekannte Verfahren und Anordnungen verwendet werden, die für die individuellen Verbindungen optimierbar sind.

[0012] Die Separierung erfolgt in eine Codematrix und einem Vektor der mit den Kanalkoeffizienten gefalteten Sendesignale. Die Codematrix ist dabei weitgehend zeitinvariant (insbesondere für eine gleichbleibende Zusammensetzung der Spreizcodes auf den Funkkanälen), so daß sie in der Empfangseinrichtung gespeichert werden kann und nicht von Funkblock zu Funkblock neu berechnet werden muß. Da die Übertragungsbedingungen und die Sendesignale jedoch zeitvariant sind, erfolgt die Berechnung der die Sendesignale und Kanalkoeffizienten berücksichtigenden Matrix von Funkblock zu Funkblock erneut.

[0013] Vorteilhafterweise wird die Codematrix mit den Spreizcodes von mindestens zwei Verbindungen um Zusatzangaben ergänzt, so daß diese die Detektion der übertragenen Informationen auch für größere Zwischensymbolstörungen bei einer Invertierung und späteren Multiplikation mit den Empfangssignalen ermöglicht.

[0014] Die Zusatzangaben beziehen sich dabei vorteilhafterweise auf bekannte übertragene Informationen, die bereits detektiert wurden. Diese bekannten, bereits detektierten Informationen können z. B. Symbole aus einer bereits ausgewerteten Trainingssequenz sein. Die Inversion einer solchen erweiterten Codematrix wird dadurch verbessert und ein Rangabfall bei der Inversion ggf. verringert.

[0015] Ein zu berechnendes Gleichungssystem mit einem Vektor der Empfangssignale, der mit dem Produkt der Codematrix mit dem gemeinsamen Vektor des Funkkanals und der Sendesignale gleichgesetzt wird, wird um eine Zeilenzahl erweitert, indem der Vektor der Empfangssignale und die Codematrix um das Produkt der Anzahl der bekannten Spreizcodes mit einem Spreizfaktor erweitert werden.

[0016] Die Zusatzangaben zur Ergänzung der Codematrix werden vorteilhafterweise durch eine Rückkopplung von bereits detektierten, bekannten Symbolen gewonnen, wobei die Zeitverschiebung zwischen dem detektierten Symbol und dem in der Separierung befindlichen Symbol klein gehalten wird. Damit wird verhindert, daß zwischen beiden Symbolen erhebliche Änderungen der Bedingungen im Funkkanal auftreten können.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Signalauswerteeinrichtung ermöglichen es, bekannte und wirtschaftlich verfügbare Viterbi-Entzerrer/Detektor zur Entzerrung und Maximum Likelihood-Schätzer zur Detektion zu verwenden. Dadurch ist es möglich, die Signalauswerteeinrichtung aus Standardbausteinen zusammenzusetzen.

[0018] Zur weiteren Verbesserung der Detektion erfolgt vorteilhafterweise eine Abschätzung der Differenz zwischen einem empfangenen Symbol und einem ausgewerteten Symbol. Ist die Abweichung zwischen beiden groß, dann kann diese Differenz wiederum in das zuvor beschriebene Gleichungssystem eingefügt und die Separierung wiederholt werden.

[0019] Im folgenden soll die Erfindung unter Bezugnahme auf zeichnerische Darstellungen anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

[0020] Dabei zeigen

[0021] Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer Empfangseinrichtung nach der Erfindung zur Selektion von nach dem DS-CDMA-Prinzip übertragenen Informationen, und

[0022] Fig. 2 ein Blockschaltbild der Verfahrensschritte für die Übertragung der Informationen gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0023] Die Empfangseinrichtung EE nach Fig. 1 enthält eine Einrichtung BB zur Umsetzung der in einer Antenne A empfangenen Empfangssignale  $e(t)$  ins Basisband, eine Signalauswerteeinrichtung DSP und eine Speichereinrichtung SP. Weitere nicht dargestellte Mittel dienen der Steuerung und Stromversorgung der Empfangseinrichtung EE. Diese Mittel sind dem Fachmann z. B. aus Sende/Empfangsstationen für Mobilfunk-Basisstationen bekannt.

[0024] Die Empfangssignale  $e(t)$  setzen sich aus einem Signalgemisch mit einer gemeinsamen Trägerfrequenz der einzelnen Verbindungen  $k$  ( $k$  auch als Index der Verbindungen) und einem Störsignal  $n(t)$  zusammen. Die Signale der einzelnen Verbindungen  $k$  ergeben sich aus einer Faltung der Sendesignale  $d_k(t)$  mit den Spreizcodes  $c_k(t)$  und den Kanalkoeffizienten  $h_k(t)$  gemäß nachfolgender Gleichung:

$$e(t) = \sum_k c_k(t) \times h_k(t, \tau) \times d_k(t) + n(t).$$

[0025] In der Signalauswerteeinrichtung DSP werden diese ins Basisband umgesetzten Empfangssignale  $e(t)$  ausgewertet. Dazu enthält die Signalauswerteeinrichtung DSP Mittel zur Separierung SEP, Mittel zur individuellen Entzerrung EQ und Mittel zur Detektion DEK (EQ und DEK ggf. kombiniert). Diese Mittel können innerhalb eines digitalen Signalprozessors DSP durch entsprechende programmtechnische Algorithmen realisiert werden.

[0026] Die in Fig. 1 dargestellte Empfangseinrichtung EE ist beispielsweise als Basisstation eines Mobilfunksystems ausgeprägt, so daß im Ergebnis der Detektion die einzelnen detektierten Sendesignale  $d_{1...k}$  der weiteren Signalübertragung z. B. drahtgebunden zur nächsten Vermittlungsstelle zur Verfügung gestellt werden. Die Speichereinrichtung SP dient zur Speicherung der in der Empfangseinrichtung EE bekannten Spreizcodes  $c_k(t)$  der einzelnen Verbindungen  $k$ . In dieser Speichereinrichtung SP können jedoch auch Programme und weitere Daten gespeichert sein.

[0027] Gemäß Fig. 2 werden zur Übertragung von Sendesignalen  $d_{1...k}$  von einer Sendeeinrichtung SE zu einer Emp-

fangseinrichtung EE die Sendesignale  $d_{1...k}$  jeweils mit individuellen Spreizcodes  $c_{1...k}$  gemäß einem Spreizfaktor  $N_{tc}$  gespreizt und über Funkkanäle mit den individuellen Kanalkoeffizienten  $h_{1...k}$  übertragen. Die Sendesignale  $d_{1...k}$ , und die Kanalkoeffizienten  $h_{1...k}$  bilden zusammen einen Vektor  $g$ , der die durch den Kanal verzerrten Sendesignale  $d_{1...k}$  bezeichnet. Im physikalischen Übertragungskanal werden die Signale der einzelnen Sendeeinrichtungen SE kombiniert und ergeben die Empfangssignale  $e$  (die kontinuierliche Zeitabhängigkeit wird im folgenden vernachlässigt, indem jeweils ein diskreter Zeitpunkt als Abtastzeitpunkt betrachtet wird), wie sie in einer der Empfangseinrichtung EE zugeordneten Antenneneinrichtung A empfangen werden. In der Empfangseinrichtung EE wird die Codematrix  $C$  gebildet, die die Spreizcodes  $c_{1...k}$  der einzelnen Verbindungen  $k$  enthält. Am Eingang der Empfangseinrichtung EE liegen die Empfangssignale  $e$  nach folgender Gleichung vor:

$$\underline{e} = \underline{C} \underline{g} + \underline{n}.$$

[0028] In der Signalauswerteinrichtung DSP wird die Pseudoinverse  $C^+$  (Inverse einer nichtquadratischen Matrix) der Codematrix  $C$ , die in der Speichereinrichtung SP gespeichert ist, mit den Empfangssignalen  $e$  multipliziert.

$$\hat{\underline{g}} = \underline{C}^+ \cdot \underline{e}$$

[0029] Damit entsteht wiederum ein Vektor  $\hat{\underline{g}}$ , dem die Informationen der individuellen Verbindungen  $k$  zu entnehmen sind. Die pseudoinvertierte Codematrix  $C^+$  kann dabei die Spreizcodes  $c_{1...k}$  sowohl der Verbindungen innerhalb als auch außerhalb der Funkzelle der Empfangseinrichtung EE enthalten.

[0030] Die auf die individuellen Verbindungen  $k$  bezogenen Informationen des Vektors  $\hat{\underline{g}}$  werden nun in individuellen Entzerrern  $EQ_{1...k}$  entzerrt und in den Mitteln zur Detektion DEK detektiert. Liegen die separierten und entzerrten Informationen verschiedener Verbindungen  $k$  vor, kann die gesamte Information dazu benutzt werden, die Detektion der Symbole einer einzelnen Verbindung (z. B. Symbole  $d_2$ ) durch ein iteratives Verfahren mit einer Rückkopplung der detektierten Symbole zu verbessern.

[0031] Sind die Störsignale  $n(t)$  korreliert, dann kann eine inverse Korrelationsmatrix (noise covariance matrix) wie folgt zerlegt werden

$$\underline{R}_n^{-1} = \underline{L}' \cdot \underline{L},$$

so daß eine Lösung mit minimalem Störeinfluß

$$\hat{\underline{g}} = (\underline{L} \underline{C})^+ \underline{L} \underline{e}$$

entsteht. Im folgenden wird die Einheitsmatrix mit  $I$  bezeichnet.

[0032] Vor dem Rückgängigmachen der Spreizung wird z. B. mit Hilfe der Wiener-Gleichung der Detektionsfehler minimiert ( $\hat{d} - d_{\min}$ ), wobei unkorrelierte Störsignale, d. h.  $\underline{R}_n = \sigma^2 \cdot I$ , angenommen werden:

$$\hat{\underline{g}} = \underline{C}' (\underline{C} \underline{C}' + \sigma^2 \underline{R}_g^{-1})^{-1} \underline{e},$$

$\underline{R}_g$  ist die Korrelationsmatrix des durch die Zwischenzeichenstörung beeinträchtigten Empfangssignals,  $\underline{R}_g$  hängt vom Übertragungskanal ab und wird durch die folgenden Entzerrer  $EQ_{1...k}$  berechnet. Die Entzerrer  $EQ_{1...k}$  können auf für TDMA-Verfahren herkömmliche Weise realisiert werden, jedoch erhöht sich die Anzahl der Abtastwerte um den Spreizfaktor.

[0033] Unter der Annahme unkorrelierter Zwischenzeichenstörungen, d. h.  $\underline{R}_g = I$ , erhält man die Wiener-Gleichung:

$$\hat{\underline{g}} = \underline{C}' (\underline{C} \underline{C}' + \sigma^2 I)^{-1} \underline{e}.$$

[0034] Kann für  $\underline{C}' (\underline{C} \underline{C}' + \sigma^2 I)^{-1}$  eine Zeitunabhängigkeit angenommen werden, dann ist eine feste Ablage dieser Matrix z. B. durch Speicherung in einem ASIC möglich. Das weitere Verfahren vereinfacht sich dadurch wesentlich. Ist die Zeitunabhängigkeit nicht gegeben und  $\underline{R}_g \neq I$ , dann wird diese Matrix wiederholt berechnet.

[0035] Um evtl. Probleme bei der Inversion der Codematrix  $C$  zu vermeiden, wird diese um Zusatzangaben erweitert. Die Gleichung

$$\hat{\underline{g}} = \underline{C}^+ \cdot \underline{e} \quad \text{z. B. für } \underline{C}^+ = \underline{C}' (\underline{C} \underline{C}' + \sigma^2 I)^{-1}$$

wird um die Anzahl von Zeilen  $i$  erweitert, die dem Produkt der Anzahl der Verbindungen  $k$  mit dem Spreizfaktor  $N_{tc}$  entsprechen. Damit wird die Unterbestimmtheit des Gleichungssystems vermindert, wobei die Unterbestimmtheit durch das Verhältnis der Anzahl der unbekannten Variablen zum Rang der Matrix bestimmt ist.

[0036] Für eine verbesserte Detektion muß also auch ein erweiterter Signalvektor  $\underline{e}$  der Empfangssignale  $e(t)$  erstellt werden. Dies geschieht indem bereits detektierte Symbole, beispielsweise aus einer bekannten Trainingssequenz, rückgekoppelt werden und in den Vektor der Empfangssignale  $\underline{e}$  eingefügt werden. Dabei ist es vorteilhaft, die Zeitdifferenz zwischen bereits detektierten Symbolen und in der Separierung befindlichen Symbolen gering zu halten. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn das Bearbeitungsfenster für die Detektion klein ist, also wenn schnell ein Detektionsergebnis vorliegt. Werden die Symbole sofort durch einen Maximum-Likelihood-Schätzer bestimmt, dann kann die Erweiterung der Signalvektor  $\underline{e}$  durch Rückkopplung erfolgen.

[0037] Zur Vermeidung von Detektionsfehlern werden die momentanen Detektionsergebnisse wiederum auf den Übertragungskanal abgebildet und das geschätzte rauschfreie Empfangssignal  $\underline{e}(t)$  wird berechnet (Remodulation).

[0038] Ist eine Abweichung zwischen dem Empfangssignal  $e(t)$  und dem auf diese Art und Weise detektierten Empfangssignal  $e_d(t)$  zu groß, dann wird diese Differenz ein weiteres Mal dem Inversionsschritt für die Codematrix  $C$  zugeführt:

$$\hat{g} = \hat{g} + C^+ \cdot (e - e_d),$$

diesmal jedoch ohne Erweiterung der Codematrix  $C$  und der Signalvektoren  $e$ ,  $e_d$ . Das Ergebnis des Inversionsschrittes wird zu dem bereits berechneten Vektor  $g$  des Kanals und der Sendesignale addiert und die Detektion nach dem Maximum-Likelihood-Verfahren wiederholt. Dieser Iterationsschritt kann mehrere Male wiederholt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion von nach dem DS-CDMA Prinzip übertragenen Informationen in einer Empfangseinrichtung (EE),  
bei dem über einen Frequenzkanal gleichzeitig von der Zeit abhängige Informationen mehrerer Verbindungen  $k$  übertragen werden,  
bei dem von der Empfangseinrichtung (EE) empfangene Empfangssignale ( $e(t)$ ) durch Faltung von Sendesignalen ( $d_k(t)$ ) mit Übertragungskanäle repräsentierenden individuellen Kanalkoeffizienten ( $h_k(t)$ ) und mit den Spreizcodes ( $c_k(t)$ ) der einzelnen Verbindungen  $k$  gebildet werden,  
bei dem die Empfangssignale ( $e(t)$ ) ins Basisband umgesetzt werden, und  
bei dem in der Empfangseinrichtung (EE) zumindest die Spreizcodes ( $c_k(t)$ ) von zwei Verbindungen  $k$  vorliegen,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß in einem ersten Schritt auf die einzelnen Verbindungen  $k$  bezogene Informationen ( $g_k(t)$ ) durch Separierung getrennt werden, wobei gegenseitige Interferenzen zwischen den Verbindungen berücksichtigt werden, und  
daß in einem zweiten Schritt eine individuelle Entzerrung der auf die einzelnen Verbindungen  $k$  bezogenen Informationen ( $g_k(t)$ ) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zur Separierung der Empfangssignale ( $e(t)$ ) eine erweiterte Codematrix ( $C$ ) mit den Spreizcodes ( $c_k(t)$ ) von mindestens zwei Verbindungen  $k$  und mit Zusatzangaben verwendet wird, die invertiert und mit den Empfangssignalen ( $e(t)$ ) multipliziert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die Zusatzangaben auf bekannte übertragene Informationen bezogen sind und die Codematrix ( $C$ ) bzw. deren Pseudoinverse in der Empfangseinrichtung (EE) gespeichert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die bekannten übertragenen Informationen durch Symbole einer Trainingssequenz gebildet werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,  
bei dem zur Signalverarbeitung die Empfangssignale ( $e(t)$ ), die Spreizcodes ( $c_k(t)$ ) und die verzerrten, auf die einzelnen Verbindungen bezogenen Informationen ( $g_k(t)$ ) in Matrixform ( $e$ ,  $C$ ,  $g$ ) vorliegen,  
bei dem ein Gleichungssystem  $e = C \cdot g$  um eine Zeilenzahl  $i$  der Matrizen ( $e$ ,  $C$ ) der Empfangssignale ( $e(t)$ ) und der Spreizcodes ( $c_k(t)$ ) erweitert wird, wobei die Zeilenzahl  $i$  dem Produkt der Anzahl der bekannten Spreizcodes ( $c_k(t)$ ) mit einem Spreizfaktor ( $N_{sc}$ ) entspricht.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem bereits detektierte, bekannte Symbole der übertragenen Informationen zur Verbindungsseparierung rückgekoppelt werden und die Zeitverschiebung zwischen einem bekannten Symbol und einem in der Separierung befindlichen Symbol klein gehalten wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zur Vermeidung falscher Detektionsergebnisse eine Abschätzung der Differenz zwischen einem empfangenen Symbol ( $e(t)$ ) und dem ausgewerteten Symbol vorgenommen wird, diese Differenz bei einer großen Abweichung in das Gleichungssystem eingefügt wird und erneut eine Separierung durchgeführt wird.
8. Signalauswerteeinrichtung (DSP) zur Detektion von nach dem DS-CDMA Prinzip übertragenen Informationen, für gleichzeitig über einen Frequenzkanal empfangene und von der Zeit  $t$  abhängige Informationen mehrerer Verbindungen  $k$ , wobei diese Empfangssignale ( $e(t)$ ) im Basisband durch Faltung von Sendesignalen ( $d_k(t)$ ) mit Übertragungskanäle repräsentierenden individuellen Kanalkoeffizienten ( $h_k(t)$ ) und mit den Spreizcodes ( $c_k(t)$ ) der einzelnen Verbindungen  $k$ , darstellbar sind,  
mit einer Speichereinrichtung (SP) zum Speichern von Spreizcodes  $c_k(t)$  zumindest zweier Verbindungen  $k$ , gekennzeichnet durch,  
Mittel (SEP) zur Separierung von auf die einzelnen Verbindungen  $k$  bezogenen Informationen ( $g_k(t)$ ), wobei die gegenseitigen Interferenzen zwischen den Verbindungen berücksichtigt werden,  
Mittel (EQ) zum anschließenden individuellen Entzerren der auf die einzelnen Verbindungen  $k$  bezogenen Informationen ( $g_k(t)$ ), und  
Mittel (DEK) zur Detektion mit Hilfe der separierten und entzerrten Informationen von zumindest zwei Verbindungen  $k$ .
9. Signalauswerteeinrichtung (DSP) nach Anspruch 8, bei der die Mittel zur Separierung (SEP) eine Erweiterung der Codematrix ( $C$ ) mit den Spreizcodes ( $c_k(t)$ ) von mindestens zwei Verbindungen  $k$  durch Zusatzangaben vorsehen, die selbst oder deren Pseudoinverse in der Speichereinrichtung (SP) speicherbar ist.
10. Signalauswerteeinrichtung (DSP) nach Anspruch 8 oder 9, bei der die Speichereinrichtung (SP) das Speichern der Zusatzangaben der Codematrix ( $C$ ) als bereits detektierte Informationen bzw. bereits bestimmte Kanalkoeffizienten ( $h_k(t)$ ) vorsieht.
11. Signalauswerteeinrichtung (DSP) nach Anspruch 8, 9 oder 10, bei der durch die Mittel (DEK) zur Detektion die Rückkopplung bereits detektierter Symbole zu den Mitteln (SEP) zur Separierung vorgesehen ist.
12. Signalauswerteeinrichtung (DSP) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, bei der zur Entzerrung ein Viterbi-Ent-

zerrer verwendet wird.

13. Signalauswerteeinrichtung (DSP) nach einem der Ansprüche 8 bis 12, bei der zur Detektion ein Maximum-Likelihood-Schätzer verwendet wird.

5

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig 2

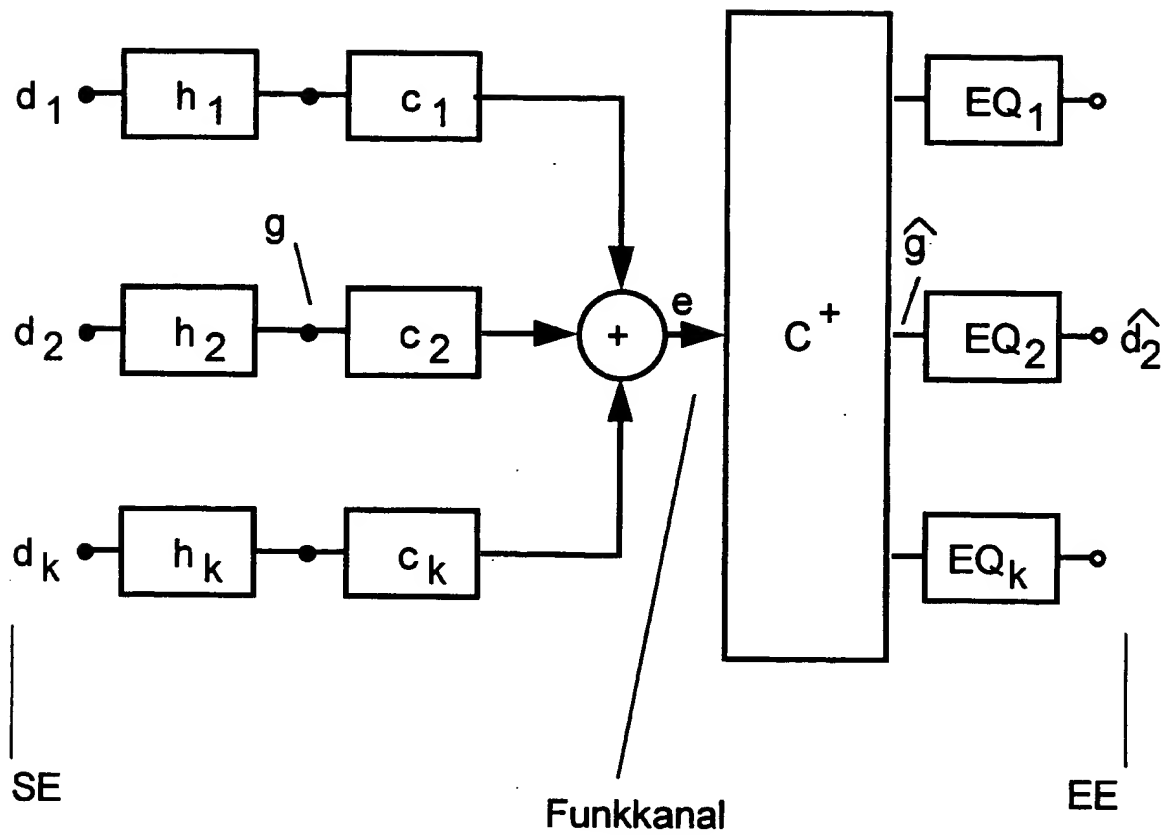




Fig 1

